

Українська державна академія залізничного транспорту

Журба Олег Олександрович



УДК 656.211.3:656.211.5

**ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ
ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕСАДОЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Харків-2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі Управління експлуатаційною роботою, Міністерство інфраструктури України

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Бутько Тетяна Василівна,
Українська державна академія залізничного транспорту, кафедра управління експлуатаційною роботою, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Жуковицький Ігор Володимирович,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, кафедра електронно-обчислювальних машин, завідувач кафедри

кандидат технічних наук, доцент
Яновський Петро Олександрович, Національний авіаційний університет, кафедра організації авіаційних перевезень, професор кафедри

Захист відбудеться «19» жовтня 2011 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майд. Фейербаха, 7

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту, за адресою: 61050, м. Харків, майд. Фейербаха, 7

Автореферат розісланий «___» _____ 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А.В.Прохорченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах інвестиційно-інноваційного розвитку економіки України, який має забезпечити перехід до постіндустріального суспільства з характерною зміною структури транспортного ринку необхідним є вдосконалення залізничної транспортної системи на концептуальному рівні, що дозволить залізницям надавати послуги нової якості, а отже виграти конкурентну боротьбу між видами транспорту за неосвоєний сегмент ринку.

Зростання обсягів перевезень у декілька разів під час проведення Євро-2012 з подальшим прогнозованим середньорічним темпом приросту на 2,8 % до 2020 року та впровадження Програми швидкісного руху пасажирських поїздів між основними містами-мегаполісами вимагає перегляду зони покриття і системи організації маршрутів слідування пасажирських поїздів з необхідністю створення на базі існуючих залізничних вокзалів системи інтегрованих пересадочних комплексів. Так як, обмежена дальність слідування швидкісних поїздів передбачає організацію швидкісних сполучень між вузлами, так званими хабами (англ. hub), у всіх регіонах країни та перевезення на коротких плечах в зоні тяжіння хабів. Така система організації перевезень призведе до збільшення навантаження на інфраструктуру залізничних вокзалів та потребує ефективного рішення задачі реалізації подорожі пасажирів з пересадками “за єдиним квитком” з урахуванням мінімізації загального часу слідування.

Для ефективного рішення науково-практичної задачі організації пасажирських перевезень в умовах інтегрованих залізничних пересадочних комплексів необхідним є ув'язка їх роботи на сітьовому рівні з можливістю проведення досліджень завантаження інфраструктури пересадочних комплексів для удосконалення технологій управління пасажиропотоками та координації різних видів міського транспорту в зоні тяжіння вокзалу. Механізмом реалізації даної задачі є створення структури управління на основі системи логістичних центрів з впровадженням сучасних інформаційно-керуючих систем, що пов'язано з необхідністю реалізації в об'єднаному комплексі автоматизованих робочих місць (АРМ) – системи підтримки прийняття рішень.

Зважаючи на вище викладене тема дисертаційної роботи є актуальною і зорієнтованою на вирішення важливих питань удосконалення технології організації перевезень пасажирів з пересадками та методів їх реалізації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2015 роки (постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390), Концепції Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки (постанова Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2004 р. № 979-р), а також до науково-дослідної роботи “Розробка та формування автоматизованих логістичних технологій залізничного транспорту” (держ. реєстр. № 0108U000077).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є

удосконалення процесу організації залізничних пасажирських перевезень в умовах системи взаємопов'язаних залізничних пересадочних комплексів, що на відмінність від існуючих досліджень враховує комплексний підхід до планування перевезень з урахуванням переміщення пасажирів на вокзалі при мінімізації часу на пересадки.

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення наступних завдань дослідження:

- провести аналіз існуючих технологій роботи пасажирських залізничних вокзалів з дослідженням структури та параметрів пасажиропотоків на вокзалах та поїздопотоків, що обробляють пасажирські станції;
- розробити математичну модель планування пасажирських перевезень на макрорівні, а саме у системі взаємопов'язаних вокзалів з урахуванням стаціонарних та перехідних режимів роботи і можливих варіантів пересадки пасажирів;
- сформуванати математичну модель організації пасажиропотоків на залізничному пересадочному комплексі;
- формалізувати процес взаємодії різних видів транспорту в районі тяжіння залізничного пересадочного комплексу;
- сформуванати функціональну схему управління взаємодією залізничних пересадочних комплексів, яка забезпечує реалізацію технології перевезення пасажирів на основі “єдиного квитка”;
- удосконалити структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи при організації пасажирських перевезень з пересадками;
- обґрунтувати економічну доцільність від впровадження удосконаленого управління пасажиропотоками в умовах інтегрованих залізничних пересадочних комплексах.

Об'єкт дослідження. Процес організації залізничних пасажирських перевезень з урахуванням пересадок.

Предмет дослідження. Залізничний пересадочний комплекс.

Методи дослідження. У роботі використані методи математичної статистики та теорії ймовірності для дослідження структури та параметрів пасажиропотоків на залізничних вокзалах. Розробка комплексу математичних моделей щодо планування перевезень з пересадками, моделювання організації пасажиропотоків та розробки розкладу роботи різних видів транспорту в зоні тяжіння пересадочних комплексів базується на використанні методів теорій колективного інтелекту, мультиагентної оптимізації, нечіткої логіки, динаміки натовпу, розкладу і еволюційного моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів. В дисертаційній роботі надано теоретичного обґрунтування процесу організації перевезень пасажирів з урахуванням можливих варіантів пересадки в умовах інтегрованих залізничних пересадочних комплексів з наданням “єдиного квитка”. Для формалізації цієї технології було вперше:

- сформовано макрорівневу модель, що відбиває взаємодію між пасажирськими пересадочними комплексами на основі методу рою часток, яка дозволяє дослідити функціонування системи в перехідних і стаціонарних

режимах та надати властивість гнучкості в процесі розробки плану формування пасажирських поїздів;

- формалізовано процес управління пасажиропотоками на основі мікрорівневої моделі руху пасажирів з використанням мультиагентного підходу, що на відмінність від існуючих, дозволяє на рівні вокзалу забезпечити комфортні умови переміщення пасажирів з мінімальними витратами часу на пересадку та сформувавши вимоги до технологічного процесу роботи пересадочного комплексу;

- формалізовано процес узгодження графіку підводу рухомого складу різних видів транспорту до залізничного пересадочного комплексу на основі комплексного використання методів теорії розкладу та генетичних алгоритмів;

Удосконалено:

- комплекс функціональних задач системи АСК ПП УЗ з можливістю формування розподіленої системи підтримки прийняття рішень в межах мережі логістичних центрів залізничних пересадочних комплексів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений комплекс моделей є основою для формування автоматизованої технології, що забезпечує організацію пасажирських перевезень з пересадками за технологією “єдиного квитка”. Запропонована математична модель взаємодії вокзалів автоматизує роботу з планування пасажирських перевезень з пересадками на рівні Головного пасажирського управління (ЦЛ) та є основою для формування розподіленої системи підтримки прийняття рішень у масштабах залізниць України.

Для формалізації процесу організації роботи пересадочного комплексу та координації роботи різних видів міського транспорту в зоні їх тяжіння розроблено комплекс моделей, які дозволяють автоматизувати процес розрахунку пропускної спроможності залізничного вокзалу, визначення часу та маршрутів пересадки пасажирів, розробки розкладу прибуття та відправлення рухомого складу різних видів міського транспорту, що дають змогу сформувати ефективну систему орієнтування на залізничному вокзалі, визначити типові норми часу на пересадку та більш раціонально використовувати транспортні засоби у вузлі.

Основні результати і розроблені моделі впроваджено на Південно-Західній залізниці, а також у навчальному процесі УкрДАЗТ при вивченні дисципліни “Пасажирські перевезення”, у дипломному проектуванні, проведенні учбово-дослідних робіт студентів та при підготовці магістрів у Інституті перепідготовки та підвищення кадрів УкрДАЗТ. Впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами, які наведені в додатках до роботи.

Особистий внесок здобувача. Усі результати роботи отримані особисто автором. У публікаціях у співавторстві автору належать: в статті [1] розроблено модель розподілу пасажиропотоків по поїздах на основі колективного інтелекту; в статті [3] розроблено модель організації пасажиропотоків при здійсненні пересадок на залізничному вокзалі; в статті [5] запропоновано структуру управління пересадочними комплексами на основі використання

розподіленої системи підтримки прийняття рішень.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались, обговорювались і були схвалені на: 70-72 міжнародних науково-технічних конференціях кафедр УкрДАЗТ, інженерно-технічних працівників залізниць, підприємств та організацій України та інших країн, 2008-2010 р. (м. Харків); 70 міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту”, 2010 р. (м. Дніпропетровськ); міжнародній науково-практичній конференції “Перспективні комп’ютерні, управляючі і телекомунікаційні системи для залізничного транспорту України”, 2010 р. (м. Алушта); 6 та 7 міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України», 2010-2011 рр. (смт. Коктебель).

Дисертаційна робота повністю доповідалась на науковому семінарі кафедри управління експлуатаційною роботою Української державної академії залізничного транспорту.

Публікації. Основні положення дисертації викладені в 7 наукових публікаціях, у тому числі 5 наукових статтях і 2 тезах доповідей конференцій. Основні 5 статей опубліковано у фахових виданнях, що затверджені ВАК України (у тому числі дві з них без співавторів).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи складає 189 сторінок, з яких обсяг основного тексту 125 сторінок, роботу ілюстровано 28 рисунками, з яких 6 рисунків на 6 стор., наведено 3 таблиці. Список використаних джерел складає 175 найменувань та 4 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, показаний зв'язок з науковими програмами, планами, темами, сформульовані мета та задачі дослідження, відображені наукова новизна та практична цінність, подано загальну характеристику роботи.

У першому розділі, виходячи із мети дисертаційної роботи, проведено аналіз стану ринку пасажирських перевезень, досліджено структуру та параметри пасажиропотоків на залізничних вокзалах та поїздопотоків, що обробляють пасажирські станції, проаналізовано теоретичні та практичні розробки щодо організації роботи та інформаційного забезпечення залізничних вокзалів в умовах здійснення пасажирських перевезень з пересадками.

Аналіз динаміки інтенсивності пасажиропотоків на залізничних вокзалах Житомир, Вінниця, Харків-Пасажирський по місяцях року, дням тижня та на протязі доби за період 2008-2009 рр. свідчить про наявність коливань, що обумовлені впливом сезонного фактору (літні перевезення, святкові дні, канікули та ін.), ефектом вихідного дня, а також внутрішньодобовими коливаннями. Величина коефіцієнту варіації коливається в межах від 0,11 до 0,72 в залежності від напрямків перевезень. Наявність сталих періодів з різними обсягами перевезень при аналізі розподілу кількості відправлених пасажирів по

місяцях за різними вокзалами доводить існування стаціонарних та перехідних режимів в роботі залізничних вокзалів, що ускладнює процес планування місць пересадки пасажирів на сітьовому рівні. Це вказує, на те, що діюча система організації пасажирських перевезень є достатньо інерційною і негнучкою та потребує розробки прогресивних методів планування перевезень пасажирів з пересадками за схемою “єдиного квитка”, яка дозволить швидко реагувати на зміни в попиті на перевезення.

У розвиток результатів досліджень в області планування організації пасажирських перевезень, а саме: розробки плану формування пасажирських поїздів, удосконалення роботи залізничних вокзалів, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, внесли великий вклад такі вчені та практики: В.М. Акулінічев, І.М. Аксьонов, А.А. Босов, Т.В. Бутько, В.І. Бобровський, І.В. Берестов, П.С. Грунтов, О.М. Гудков, М.І. Данько, І.В. Жуковицький, Ф.П. Кочнев, В.І. Крячко, Ю.Ф. Кулаєв, В.М. Кулешов, Б.Є. Марчук, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, Г.І. Нечаєв, М.П. Іхненко, Ю.О. Пазойський, А.В. Прохорченко, О.М. Панова, Г.Н. Плахов, Н.В. Правдін, В.В. Скалозуб, А.О. Сміхов, Є.А. Сотніков, В.М. Самсонкін, О.І. Стасюк, Б.І. Торопов, В.А. Федоров, А.Н. Фролов, В.Г. Шубко, С.П. Шумський, П.О. Яновський та інші.

Аналіз попередніх наукових досліджень підтверджує складність вирішення задач комплексного розвитку залізничних вокзалів в єдиній мережі пасажирських сполучень різних видів транспорту. Існуючий рівень теоретичних розробок для практичної реалізації зазначеної задачі вимагає дослідження технології роботи вокзалів з позиції системного аналізу на основі застосування нових методів до формалізації процесів моделювання різних варіантів проїзду пасажирів в поїздах з урахуванням пересадок, проведення досліджень завантаження інфраструктури залізничних вокзалів, підвищення рівня використання транспортних засобів у вузлі, що дозволить підвищити точність для подальшого управління залізничним пересадочним комплексом.

Проведеним аналізом доведено, що попередні дослідження в напрямку вирішення задачі планування перевезень з пересадками на сітьовому рівні ґрунтувались на значних спрощеннях в її постановці і навіть за таких умов довели практичну складність рішення для полігону великої розмірності. Окрім цього, при визначені можливості реалізації пересадки через залізничний вокзал існуючі показники їх потужності не відповідають сучасним тенденціям розвитку вокзалів, як пересадочних комплексів. Так основним показником повинна бути не одноразова місткість, як це прийнято в нормах технологічного проектування вокзалів, а пропускна здатність вокзального комплексу за напрямками пересадки пасажирів на рік, добу або годину пік, при цьому точному розрахунку повинен передувати аналіз всіх пристроїв, розташованих в межах пасажирської будівлі. Комплексних досліджень рішення поставлених задач для специфіки організації перевезень на залізничному транспорті України не існує.

Таким чином, набуває актуальності вирішення задачі організації пасажирських перевезень в умовах залізничних пересадочних комплексів на

рівнях плану формування пасажирських поїздів (ПФП) та організації роботи пересадочного комплексу.

У другому розділі для формалізації процедури формування ПФП розроблено математичну модель розподілу пасажиропотоків по поїздах з урахуванням пересадок на основі “bio-inspired” підходу з використанням методів колективного інтелекту, зокрема PSO-системи (англ., Particle swarm optimization), що побудована на основі концепції рою часток та моделює поведінку агентів в групі.

Задачу моделювання розподілу пасажиропотоків по поїздах з урахуванням пересадок запропоновано представити як задачу розподілу багатопродуктового потоку на орієнтованому графі $G(E, A)$, який описує топологію залізничної мережі. Для врахування інтервалів стаціонарності з різними обсягами перевезень в роботі використано багатоетапний підхід.

Для першого інтервалу ($t_{int} = 1$), що відповідає початковим умовам організації перевезень постає задача рішення основної математичної моделі з цільовою функцією, що відбиває загальну вартість перевезень пасажирів з пересадками

$$F_1 = \sum_r \left[\sum_k c_k^{(t_{int}=1)} x_k^r + \sum_j b_j^E x_k^r \right] \rightarrow \min, \quad (1)$$

та обмеженнями

$$\sum_i x_{i,j}^r - \sum_k x_{j,k}^r = \begin{cases} -f_{st}, & \text{якщо } j = s, \\ 0, & \text{якщо } j \neq s, t, \\ f_{st}, & \text{якщо } j = t, \end{cases} \quad (2)$$

$$f_r = \sum_{l=1}^L f_k^{r,l}, \quad (3)$$

$$\sum_r |f_{r,k}| \leq y_k, \quad (4)$$

$$\sum_r x_{rj} \leq P_j, \quad (5)$$

де $c_k^{(t_{int}=1)}$ – вартість перевезення одиниці потоку на k -му призначені пасажирських поїздів, що курсують на момент розрахунку, t_{int} – інтервал стаціонарності в межах планового періоду T , $t_{int} = 1, 2, \dots, T$; x_k^r – число пасажирів r -того потоку, що подорожують в поїзді k -ого призначення; b_j^E – вартість пересадки одиниці пасажиропотоку через пересадочний комплекс E_j ; f_{st} – величина інтенсивності пасажиропотоку із джерела E_s ($s = \overline{1, q}$) у стік E_t ($t = \overline{1, q'}$), що відповідає занумерованому r -тому потоку; $f_k^{r,l}$ – доля

потоків r , що прямує по дузі k (призначенні) за l -м маршрутом; y_k – число місць в поїздах k -того призначення; $\sum_r x_{rj}$ – величина потоку, що проходить через j -й пересадочний комплекс, $\sum_r x_{rj} = x_j$, пас., за добу; P_j – максимальна пропускна здатність j -го пересадочного комплексу, пас., за добу.

Для проведення розрахунків обмеження (5) запропоновано спростити за рахунок перетворення заданого графу мережі $G(E, A)$ на псевдограф $G'(E', A')$ з додатковими дугами, пропускні здатності яких відповідають максимальним пропускним здатностям пересадочних комплексів мережі $G(E, A)$. Для врахування різних напрямків пересадок в роботі запропоновано одну із частин вершини графу розбивати на декілька вершин відповідно до напрямків пересадки, рис.1.

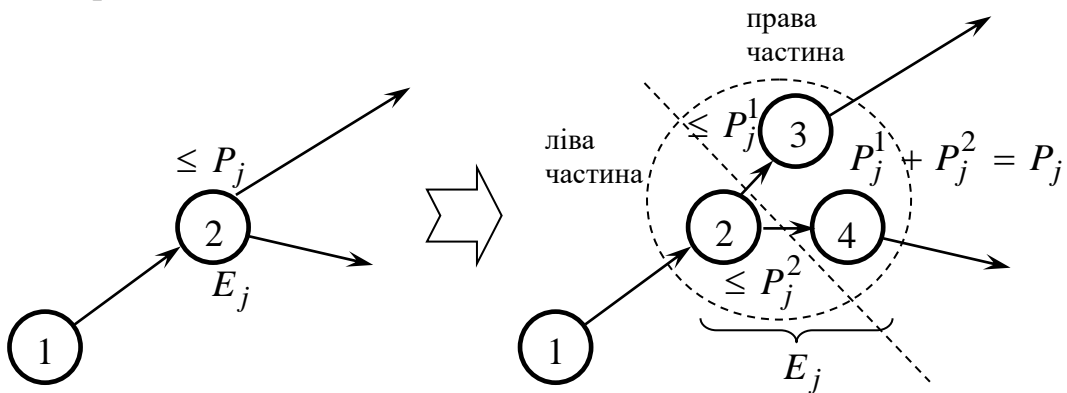


Рис. 1. Схематичне представлення перетворення пропускних здатностей вершин графу мережі в умовах пересадок у пропускні здатності дуг

Суть рішення допоміжної моделі ґрунтується на знайденому розподілі пасажиропотоків для першого інтервалу часу $x_k^{(t_{int}=1)}$ за умови врахування вартості перевезення одиниці пасажиропотоку в поїздах, що знаходяться в обігу на момент розрахунків та збільшення вартості перевезення одиниці потоку при введенні додаткових перевізних засобів або відміни існуючих для освоєння прогнозних обсягів перевезень в перехідному режимі роботи ($t_{int} = 2$). Допоміжна оптимізаційна модель має цільову функцію

$$F_2 = \sum_k c_{k(курс)} (x_k^{(t_{int}=1)} + \left[\sum_r l_{k(відм)}^r(t_{int}=2) \right]) + \sum_k c_{k(призн)} \left[\sum_r l_{k(призн)}^r(t_{int}=2) \right] + \sum_k c_{k(відм)} \left[\sum_r l_{k(відм)}^r(t_{int}=2) \right] + \sum_j b_j^E (x_k^{(t_{int}=1)} + \left[\sum_r l_k^r(t_{int}=2) \right]) \rightarrow \min \quad (6)$$

та обмеження (2-3), і змінені обмеження (4-5) на (7-8) виду

$$\begin{cases} 0 \leq x_k^{(t_{int}=1)} + \sum_k \sum_r l_k^r(t_{int}=2) \leq y_k & (7) \\ 0 \leq \sum_k x_{kj}^{(t_{int}=1)} + \sum_k \sum_r l_{kj}^r(t_{int}=2) \leq P_j & (8) \end{cases}$$

де $c_{k(\text{курс})}$ – вартість перевезення одиниці потоку в поїздах, які є “постійними” на інтервалах $t_{int} = 1$ і $t_{int} = 2$, грн; $l_{k(\text{відм})}^{r(t_{int}=2)}$ – невідома змінна, що визначає величину зменшення кількості місць на k -му призначені пасажирських поїздів для освоєння заданих обсягів r -го потоку пасажирів на інтервалі $t_{int} = 2$; $c_{k(\text{призн})}$ – вартість перевезення одиниці потоку з врахуванням введення додаткових перевізних засобів на призначені k для освоєння попиту на перевезення в інтервал $t_{int} = 2$; $l_{k(\text{призн})}^{r(t_{int}=2)}$ – невідома змінна, що визначає величину збільшення кількості місць на k -му призначені пасажирських поїздів для освоєння заданих обсягів r -го потоку пасажирів на інтервалі $t_{int} = 2$; $c_{k(\text{відм})}$ – вартість перевезення одиниці потоку з врахуванням відміни перевізних засобів на призначені k для зменшення кількості місць в інтервалі $t_{int} = 2$.

За таких умов, для всіх наступних інтервалів $t_{int} = 2, \dots, T$ постає задача рішення математичної моделі з цільовою функцією (6) та обмеженнями (2,3,7,8).

Для рішення запропонованих моделей використано систему-PSO, що розглядається як рій S , що складається з часток p_i ($i = 1, 2, \dots, P$) у d -вимірному дискретному просторі рішень ($d = 1, 2, \dots, n_x$). Кожна частка являє собою потенційний варіант розподілу пасажиропотоків по поїздах, який змінюється в просторі пошуку на основі отриманих знань та обміну інформацією між сусідніми частками. Для формалізації задачі пошуку розподілу пасажиропотоків по поїздах запропоновано представити кожен i -ту частку у вигляді вектору позицій X_d^i за виразом

$$X_d^i = (\underbrace{x_d^{i1}, x_d^{i2}, x_d^{ik}, \dots, x_d^{iK}}_1, \underbrace{x_d^{i1}, x_d^{i2}, x_d^{ik}, \dots, x_d^{iK}}_2, \dots, \underbrace{x_d^{i1}, x_d^{i2}, x_d^{ik}, \dots, x_{n_x}^{iK}}_r), \quad (9)$$

де $x_d^{i1}, x_d^{i2}, x_d^{ik}, \dots, x_d^{iK}$ – компоненти вектора позиції i -ої частки, що описують для кожного r -того потоку пасажирів величину цього потоку за кожним k -м призначенням пасажирського поїзда $k = \overline{1, K}$. По суті K -вимірний вектор $x_d^{i1}, x_d^{i2}, x_d^{ik}, \dots, x_{n_x}^{iK}$ повністю описує для r -того потоку пасажирів залізничну мережу, в якій функціонують пересадочні комплекси. Для виключення дуг, за якими неможливе прямування потоків запропоновано метод усічення простору пошуку оптимального рішення шляхом співставлення фізичних та логічних графів.

Зміни в стані частки залежать від вектору швидкості переміщення V_{t+1}^i та

вектору позиції X_{t+1}^i , які оновлюються за виразами

$$V_{t+1}^i \leftarrow \omega V_t^i + c_1 r_1 \cdot (\hat{P}_t^i - X_t^i) + c_2 r_2 \cdot (\hat{G}_t^i - X_t^i), \quad (10)$$

$$X_{t+1}^i \leftarrow X_t^i + V_{t+1}^i, \quad (11)$$

де ωV_t^i – попередня швидкість виступає в ролі пам’яті частки (інерційний коефіцієнт $\omega = 0,7298$); c_1, c_2 – позитивні константи прискорення, які використовуються для варіювання ваг когнітивного та соціального компонентів; r_1, r_2 – випадкові числа на інтервалі $[0,1]$, що підтримують різні траєкторії часток при пошуку; \hat{P}_t^i – найкраща позиція i -ї частки з початку пошуку $[0, T_{зупинки}]$; \hat{G}_t^i – найкраща глобальна позиція, що була знайдена у рої S . Рух частки в двовимірному просторі наведено на рис. 2.

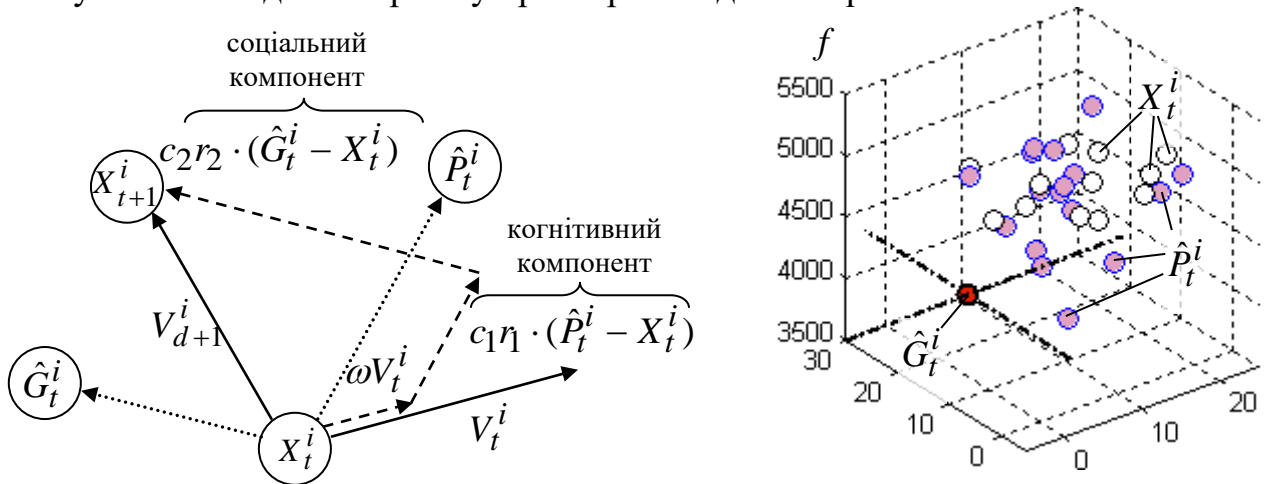


Рис. 2. Зміна швидкості переміщення та позиції частки при визначенні варіанту розподілу пасажиропотоку по поїздах

Рій поділений на групи за топологією “gbest”, де кожна частка використовує кращу позицію групи, в якій вона бере участь. Для пошуку оптимального варіанту розподілення потоку пасажирів в мережі $G(E, A)$ реалізований процес конкуренції, між частками в якому наступна найкраща персональна позиція частки i та глобальна позиція в межах всього рою розраховуються за виразами

$$\text{Якщо } (f(X_t^i) < \hat{P}_t^i), \hat{P}_{t+1}^i \leftarrow f(X_t^i), \quad (12)$$

$$\text{Якщо } (f(X_t^i) \geq \hat{G}_t^i), \hat{G}_{t+1}^i \leftarrow f(X_t^i), \quad (13)$$

де $f(X_t^i)$ значення функції якості f в точці X_t^i .

Інтереси групи та окремо кожної частки описуються функціями якості f , що являють собою модифіковані цільові функції (1) та (6) з додаванням штрафних функцій для приведення оптимізаційних моделей (1-5) та (6,2,3,7,8) до задач безумовної оптимізації.

Таким чином, сформовано адекватну багатоетапну математичну модель планування пасажирських перевезень з пересадками на макрорівні системи взаємопов’язаних вокзалів з урахуванням перехідних режимів їх роботи.

У третьому розділі для формалізації процесу планування пересадки на рівні організації роботи залізничного вокзалу, як пересадочного комплексу, розроблено математичні моделі організації пасажиропотоків при здійсненні пересадок та координації різних видів міського транспорту в зоні його тяжіння.

На концептуальному рівні в основі математичного опису процесу організації пасажиропотоків на залізничному пересадочному комплексі запропоновано застосувати гібридний підхід із використанням досліджень в області теорії динаміки натовпу (англ., Crowd dynamics). Даний підхід дозволяє об'єднати процеси взаємодії часткового в межах індивідуальної поведінки пасажирів та загального при закономірності організації і руху пасажиропотоку в цілому. Як наслідок, потік пасажирів при здійсненні пересадки на залізничному вокзалі запропоновано представити як мультиагентну систему у вигляді множини елементів

$$P = \langle A, S, \zeta \rangle, \quad (14)$$

де A – агенти (пасажирів), що формують пасажиропотоки при здійсненні пересадки; S – середовище (параметри пересадочного комплексу та просторове положення пасажирів на вокзалі); ζ – зв'язки між середовищем і пасажиром, що включають візуальні та інформаційні повідомлення. Кожен пасажир $a_i \in A$ описується множиною $a_i = \langle C_i, V_i, E_i, Pr_i \rangle$, де C_i – стан, тобто множина змінних, що визначають пасажирів в середовищі; підмножиною стану є пов'язані з середовищем S елементи, такі як: вхідна інформація (V_i) та вихід (E_i) – результат прийняття рішення; Pr_i – процес прийняття індивідуального рішення пасажиром, що виконує відповідні зміни над станом без будь-якого зовнішнього впливу.

Для врахування умови протекти, що пасажирів в потоці при здійсненні пересадки через пересадочний комплекс можна розподілити на групи, в яких існує різна мета, в роботі запропоновано загальний пасажиропотік описати як

$$P = \sum_{j=1}^m \eta_j, \text{ пас} \quad (15)$$

де P – загальний пасажиропотік на залізничному пересадочному комплексі; η_j – група пасажирів, що керується метою j , ($j = 1, 2, \dots, m$).

Приймаючи за умову, що геометрія простору району пересадки та мета пасажирів j не змінюється на протязі всього сценарію здійснення пересадки, запропоновано представити в двовимірному просторі район пересадки пасажирів із заданими координатами глобальної мети у вигляді інформаційного поля φ . Умовою формування потенційної функції поля φ на всій області визначення району пересадки є найкоротша відстань до глобальної мети та відчуття дискомфорту біля перешкод. Отже, така потенційна функція $\varphi(X, t)$ ($X = \{x, y\}$ – координати простору, t – час) в точці мети дорівнює нулю, а на

всьому іншому проміжку задовольняє рівнянню Ейконала

$$\|\nabla\varphi(X,t)\| = \frac{\alpha f + \gamma g}{f}, \quad (16)$$

де $\nabla\varphi(X,t)$ – градієнт функції $\varphi(X,t)$; f – вектор швидкості; g – статичне поле дискомфорту біля перешкод (стіни вокзалу, краї платформ, турнікети, огорожі тротуару тощо); α, γ – вагові коефіцієнти факторів відстані до глобальної мети та відчуття дискомфорту біля перешкод. Для рішення отриманого рівняння (14) використано чисельний метод швидкого маршування (англ., Fast Marching Method, FMM).

Визначене до етапу проведення основного моделювання інформаційне поле глобального маршруту є статичною складовою середовища S , тоді як просторове положення пасажирів на вокзалі є динамічною складовою середовища, процес моделювання якого описується динамічною системою не з узагальненими макропараметрами, а через індивідуальну поведінку окремого пасажирів у вигляді системи розподіленого інтелекту за рахунок самоорганізації, що заснована на дуже простих правилах поведінки між пасажирами та обліку непрямого впливу руху пасажирів в групах на складну поведінку потоку.

Для реалізації в моделі індивідуальних зв'язків та колективної взаємодії між групами запропоновано представити пасажирів в потоці, як результат взаємодії сил відштовхування, узгодження і притягіння, рис. 3.

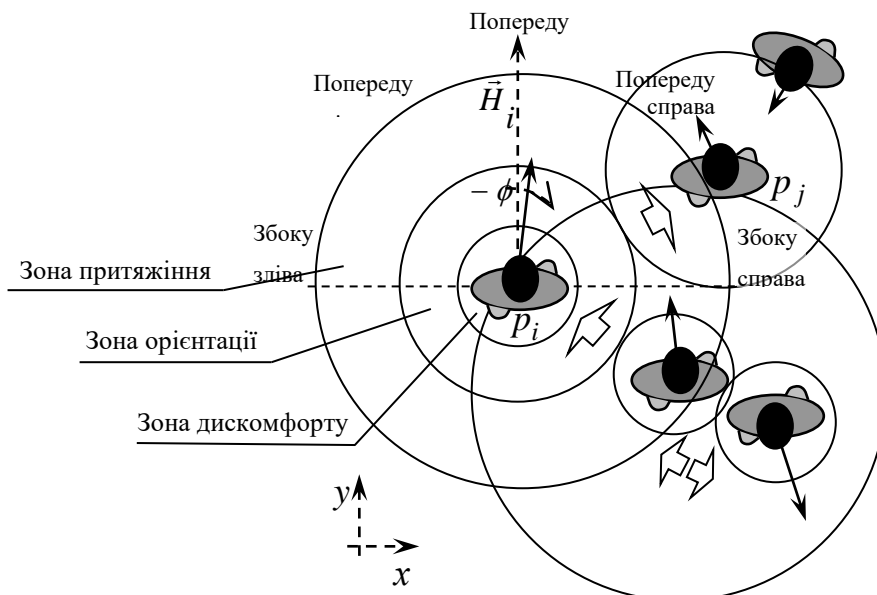
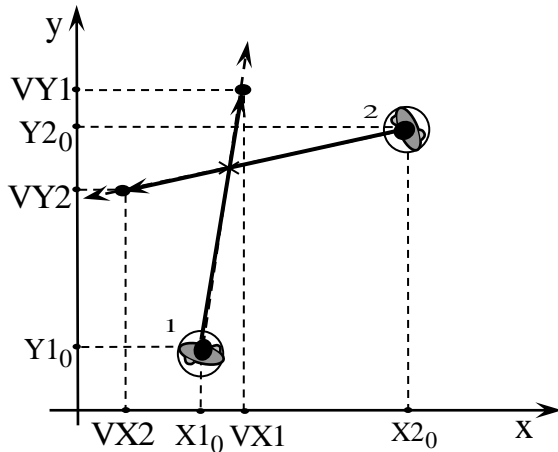


Рис. 3. Зони індивідуальних зв'язків та колективної взаємодії між групами

Враховуючи неможливість чіткого представлення процесу уникнення зіткнення в межах зони орієнтування, в роботі розроблено математичну модель індивідуальної поведінки пасажирів при уникненні зіткнення на основі нечіткої логіки. Для швидкого та спрощеного визначення можливості зіткнення з пасажиром в межах зони орієнтації запропоновано використати функцію

визначення перетинання геометричних фігур на основі рішення квадратного рівняння відповідно часу пересування.



$$D^2 = A \cdot t^2 + B \cdot t + C,$$

$$\text{де } A = (VX1 - VX2)^2 + (VY1 - VY2)^2;$$

$$B = 2((X1_0 - X2_0)(VX1 - VX2) + (Y1_0 - Y2_0)(VY1 - VY2));$$

$$C = (X1_0 - X2_0)^2 + (Y1_0 - Y2_0)^2.$$

умова зіткнення $\sqrt{D} < 2r$

де r – радіус пасажирів.

Рис. 4. Формалізація процесу зіткнення з динамічною перешкодою

Після визначення пасажирів, з якими можливе зіткнення, вся інформація, що характеризує процес зіткнення надходить до нечіткої моделі індивідуальної поведінки пасажирів на чотири входи, що відповідають за оцінку зони визначення небезпеки зіткнення, відстані до перешкоди, швидкості перешкоди та щільності навколо. Два виходи моделюють кут відхилення $\pm \phi_i$ від поточної орієнтації пасажирів \bar{N}_i та його швидкість для уникнення зіткнення.

На основі лінгвістичної інтерпретації змінних та згідно до аналізу реальних ситуацій уникнення зіткнень між пасажирів на вокзалі запропоновано процес поведінки пасажирів в потоці описати за допомогою нечітких умовних суджень, що подібні наступним:

P_n : **ЯКЩО** зона визначення “*попереду зліва*” та небезпека попереду “*близько*” та швидкість перешкоди “*велика*” та щільність “*низька*”, **ТО** кут повороту пасажирів “*вправо*” та швидкість “*середня*”.

Сформовані за таким принципом 20 правил утворюють базу правил нечіткої моделі індивідуальної поведінки пасажирів в потоці при уникненні зіткнень, механізм нечіткого висновку якої заснований на алгоритмі типу Мамдані з центроїдним методом дефазифікації (center of gravity).

Для організації непрямого зв'язку між пасажирів в зоні дії соціальних сил запропоновано використати нечітку модель колективного обміну інформацією в потоці з двома входами, що відповідають за оцінку щільності навколо лідера групи та його швидкість. Вихід моделі моделює силу соціальної взаємодії, яка змінює кут орієнтацію пасажирів в напрямку лідера.

Згідно лінгвістичної інформації нечіткі правила моделі мають наступний вид:

P_n : **ЯКЩО** щільність групи “*низька*” та швидкість руху лідера “*велика*”, **ТО** сила соціальної взаємодії “*велика*”.

На основі нечіткої бази знань, яка складається з 10 правил, моделюється колективний обмін інформацією між пасажирів, що надає системі властивість

самоорганізації, тобто можливість регулювання на глобальному рівні за рахунок взаємодії пасажирів на нижньому рівні без прямої взаємодії.

Адекватність розробленої моделі доведено шляхом співставлення відео спостереження на вокзалі з результатами моделювання, рис. 5.

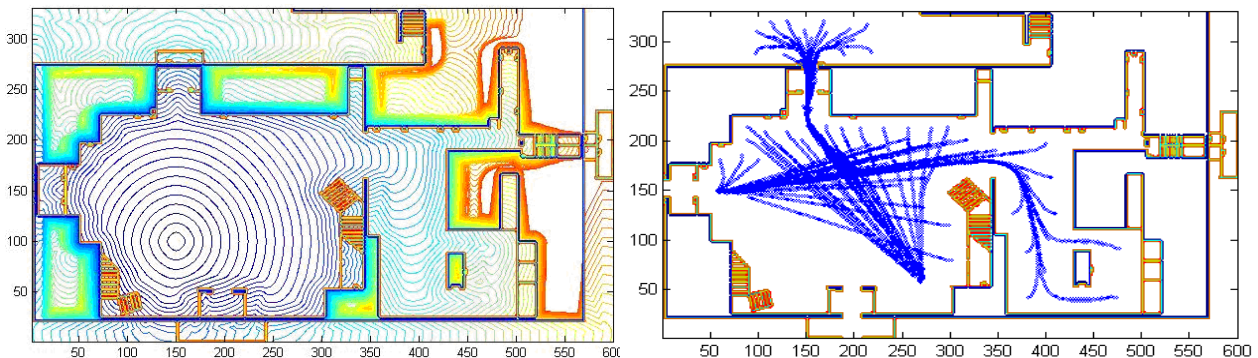


Рис. 5. Результати моделювання організації пасажиропотоку на залізничному пересадочному комплексі

Запропонована модель організації пасажиропотоків на залізничному пересадочному комплексі дозволить визначити тривалість пересадки та рівень комфортності в різні періоди доби, що є основою для формування технології координації різних видів транспорту в районі тяжіння залізничного пересадочного комплексу.

Для формалізації процесу розробки узгодженого графіку прибуття та відправлення міського пасажирського транспорту у взаємодії із залізничним в межах директивних строків здійснення пересадки в роботі запропоновано використати модель теорії розкладу (англ., Schedule theory) на основі еволюційного моделювання.

В основі формування моделі прийнята умова, за якою час прибуття та відправлення пасажирського поїзда є незмінним та формує вимогу до операції для міського виду транспорту. Під операцією розуміється поїздка m -го виду транспорту для забирання пасажирів із вокзалу або їх підвезення до вокзалу. Кожна операція задається індексами: i -номер нитки прибуття або відправлення поїзда, що містить операцію відправлення або прибуття, $i = 1, n$; j -номер операції, що задана вимогою прибуття або відправлення поїзда (номер нитки графіку руху міського транспорту), $j = 1, g_i$, g_i – кількість операцій для i -тої нитки; m -й вид міського рухомого складу, яким операція по відправленню або прибуттю повинна виконуватися, $m = 1, M$.

Згідно визначених понять схематично можна представити процес узгодження розкладу прибуття та відправлення міського транспорту для обслуговування пасажирів на залізничному пересадочному комплексі, рис. 6.

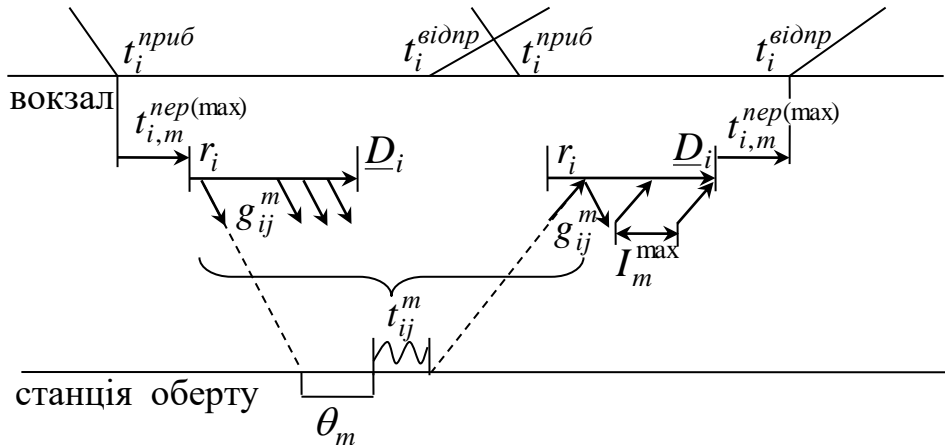


Рис. 6. Графік узгодженого підводу рухомого складу різних видів транспорту до залізничного вокзалу

Для формалізації поставленої задачі розроблено модель, критерієм оцінки якої є мінімізація суми моментів початку виконання останніх операцій по відправленню або прибуттю t_{ijm} всіх вимог i

$$F = \sum_i \sum_j \sum_m \delta_{ijm} \cdot t_{ijm} \rightarrow \min, \quad (17)$$

з наступними обмеженнями:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \theta_m \leq t_{ijm} & - \text{ умова забезпечення можливості пристосування міського транспорту до розкладу прибуття та відправлення пасажирських поїздів;} \\ r_i \leq t_i^m \leq r_i + D_i & - \text{ умова дотримання директивного строку до якого бажано завершити обслуговування вимоги;} \\ t_{ijm} - t_{ij+1m} \geq \theta_m & - \text{ умова забезпечення одночасного виконання не більше ніж однієї операції;} \\ \sum_m \delta_{ijm} t_{ijm} \leq \sum_m \delta_{ij+1m} t_{ij+1m} & - \text{ умова дотримання обмежень на порядок виконання операцій,} \end{array} \right.$$

де δ_{ijm} – одинична функція Хевісайда,

$$\delta_{ijm} = \begin{cases} 1, & \text{якщо операція } j \text{ вимоги } i \text{ виконується} \\ & \text{рухомих складом } m, \\ 0, & \text{в іншому випадку;} \end{cases};$$

$t_i^{приб}$ – час прибуття поїзда за розкладом; $t_{i,m}^{nep(max)}$ – максимальний час, що витрачає пасажир при здійсненні пересадки з m -го виду транспорту, що визначено за попередньою моделью; $t_i^{відпр}$ – час відправлення поїзда за розкладом; I_m^{max} – максимальний інтервал між прибуттям або відправленням m -го виду транспорту; r_i – мінімально можливий час початку першого

відправлення або прибуття m -го рухомого складу на i -ту вимогу; g_{im} – кількість операцій по відправленню або прибуттю міського рухомого складу i -ї вимоги; t_{ijm} – інтервал часу необхідного рухомому складу m_{ij} для виконання обігу на маршруті та наступного відправлення або прибуття j для вимоги i ; θ_m – встановлений за розрахунками оберт відповідного типу рухомого складу; D_i – директивний строк до якого бажано завершити обслуговування вимоги i .

Реалізацію запропонованої моделі проведено на основі генетичного алгоритму з дійсним кодуванням. Рішенням моделі є складений розклад прибуття та відправлення рухомого складу різних видів міського транспорту, що дозволить за рахунок зменшення очікування прибуття бажаного виду транспорту розвантажити привокзальну площу та підвищити комфорт пасажирів під час здійснення пересадки.

У четвертому розділі запропоновано структуру управління залізничними пересадочними комплексами на основі системи логістичних центрів з впровадженням розподіленої системи підтримки прийняття рішень (РСППР) масштабу всієї мережі пасажирських перевезень.

Систему логістичних центрів для організації пасажирських перевезень з пересадками запропоновано представити як ієрархічну структуру, на верхньому рівні якої повинен бути створений головний логістичний центр для рішення задач стратегічного та тактичного планування. Тоді як на нижньому рівні пропонується створення в структурі управління залізничних пересадочних комплексів регіональних логістичних центрів для управління пасажиропотоками та координації взаємодії роботи залізничного та суміжних видів транспорту в зоні їх тяжіння.

Для вирішення задачі інформаційної підтримки прийняття рішень в межах системи логістичних центрів запропоновано принципово нову схему розподіленої СППР з реалізацією колективної самоорганізації на основі WEB-технологій, що дозволяє в залежності від ситуації, яка склалася на ринку пасажирських перевезень, здійснювати зміну структури РСППР за рахунок включення або виключення окремих підсистем, зміною зв'язків між підсистемами та схеми їх підпорядкування. Реалізація такої системи дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень щодо управління роботою залізничних пересадочних комплексів за рахунок ув'язки їх роботи на сітьовому рівні та реалізувати технологію подорожі за “єдиним квитком”.

Розрахунки економічного обґрунтування довели, що внаслідок удосконаленої технології роботи залізничного вокзалу Харків-Пасажирський в умовах системи взаємопов'язаних залізничних пересадочних комплексів забезпечить приріст прибутку на 4,69 %, коефіцієнт рентабельності – 6,85, термін окупності – 0,146 року.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання удосконалення процесу організації залізничних пасажирських перевезень в умовах системи взаємопов'язаних залізничних пересадочних комплексів, що дозволяє комплексно на рівнях розробки плану формування поїздів та реалізації системи орієнтування на залізничному вокзалі спланувати подорож пасажирів з пересадками “за єдиним квитком” з урахуванням мінімізації загального часу слідування.

1. На підставі проведеного аналізу теоретичних розробок та існуючих технологій роботи залізничних вокзалів визначено, що характер побудови технологічних процесів роботи вокзалів не враховує можливості реалізації пересадок, особливо в умовах впровадження швидкісного руху; не існує методів планування, які комплексно відбивають процеси взаємодії вокзалів на рівні формування ПФП та на рівні організації руху пасажиропотоків безпосередньо у самому пересадочному комплексі із ув'язкою з іншими видами транспорту.

2. Аналіз динаміки інтенсивності пасажиропотоків на залізничних вокзалах Житомир, Вінниця, Харків-Пасажирський по місяцях року, дням тижня та на протязі доби за період 2008-2009 рр. свідчить про наявність коливань, що обумовлені впливом сезонного фактору (літні перевезення, святкові дні, канікули та ін.), ефектом вихідного дня, а також внутрішньодобовими коливаннями. Величина коефіцієнту варіації коливається в межах від 0,11 до 0,72 в залежності від напрямків перевезень. Аналіз розподілу кількості відправлених пасажирів по місяцях за різними вокзалами свідчить, що існують стаціонарні та перехідні режими в роботі залізничних вокзалів. Статистичний аналіз довів, що процес прибуття та відправлення пасажирських поїздів за розкладом на вокзалі Харків-Пасажирський підпорядкований експоненційному закону розподілу з інтенсивністю біля $0,07 \text{ хв}^{-1}$, що свідчить про стохастичний характер надходження пасажиропотоків на вокзал та підкреслює складність управління залізничним вокзалом в умовах високої інтенсивності прибуття та відправлення поїздів.

3. Розроблено макрорівневу модель планування пасажирських перевезень з урахуванням пересадок пасажиропотоків на основі методу рою часток, що на відмінність від існуючих показує взаємодію між пасажирськими пересадочними комплексами та дозволяє дослідити функціонування системи залізничних пасажирських перевезень в перехідних і стаціонарних режимах, та надати властивість гнучкості в процесі розробки плану формування пасажирських поїздів.

4. Формалізовано процес організації пасажиропотоків при пересадках на основі мікрорівневої моделі організації потоків пасажирів з використанням мультиагентних методів, що на відмінність від існуючих, дозволяє на рівні залізничного пересадочного комплексу забезпечити комфортні умови переміщення пасажирів з мінімальними витратами часу на пересадку, сформуванню вимоги до технологічного процесу роботи пересадочного

комплексу та визначити пропускну спроможність. Проведені розрахункові експерименти довели відповідність розробленої моделі реальним умовам руху пасажирів на вокзальному комплексі, розбіжність результатів моделювання з емпіричними даними (відеоспостереження) не перевищує 7-8 %.

5. Розроблено модель узгодження графіку підводу рухомого складу різних видів транспорту до залізничного пересадочного комплексу на основі комплексного використання методів теорії розкладу та генетичних алгоритмів, що на відмінність від існуючих дозволяє визначити більш точний графік прибуття та відправлення міського пасажирського транспорту у взаємодії із залізничним за умови гарантійного забезпечення варіанту пересадки в межах директивних строків. Це в свою чергу надасть можливість створити єдину транспортно-логістичну систему обслуговування пасажирів з властивостями адаптації до зміни умов формування попиту на перевезення.

6. Для забезпечення взаємодії пересадочних комплексів на макро- та макрорівнях розроблено дворівневу структуру, що включає систему логістичних центрів, на верхньому рівні якої повинен бути створений головний логістичний центр для рішення задач стратегічного та тактичного планування. Тоді як на нижньому рівні пропонується створення в структурі управління залізничних пересадочних комплексів регіональних логістичних центрів для управління пасажиропотоками та координації взаємодії роботи залізничного та суміжних видів транспорту в зоні їх тяжіння. Реалізація такої системи дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень щодо управління роботою залізничних пересадочних комплексів за рахунок ув'язки їх роботи на сітьовому рівні.

7. В умовах реалізації технології пересадок пасажирів запропоновано принципово нову схему розподіленої системи підтримки прийняття рішень з реалізацією колективної самоорганізації, що дозволяє в залежності від ситуації, яка склалася на ринку пасажирських перевезень, здійснювати зміну структури РСППР за рахунок включення або виключення окремих підсистем, зміною зв'язків між підсистемами та схеми їх підпорядкування. Реалізацію РСППР в об'єднаному комплексі автоматизованих робочих місць (АРМ) логістів пересадочних комплексів запропоновано на основі локальної комп'ютерної мережі з використанням WEB-технологій, що функціонує в межах інформаційного середовища АСК ПП УЗ та дозволяє цій системі розширити комплекс функціональних задач щодо можливості продажу проїзного документу "єдиного квитка" з урахуванням типових пересадок з одного населеного пункту в інший, навіть якщо між ними немає прямого сполучення.

8. Економічне обґрунтування запропонованих заходів доводить, що внаслідок удосконаленої технології роботи залізничного вокзалу Харків-Пасажирський в умовах системи взаємопов'язаних залізничних пересадочних комплексів з створенням в структурі управління логістичного центру та впровадженням запропонованої системи підтримки прийняття рішень приріст прибутку складе 4,69 %, коефіцієнт рентабельності становить 6,85, термін окупності – 0,146 року.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

Основні праці:

1. Бутько Т.В. Моделювання розподілу пасажиропотоків по поїздам на основі колективного інтелекту / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, О.О. Журба // Восточно-Европейский журнал передових технологій. – 2010. – № 2/4(44). – С. 44-47.

2. Журба О.О. Формування моделі узгодження графіку підводу рухомого складу різних видів транспорту до залізничного вокзалу / О.О. Журба // Збірник наукових праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2010. – Вип. 22. – С. 62-68.

3. Бутько Т.В. Формування моделі організації пасажиропотоків при здійсненні пересадок на залізничному вокзалі з використанням колективного інтелекту / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, О.О. Журба // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010 – №2 – С. 57-61.

4. Журба О.О. Моделювання процесу пересадки пасажирів на залізничному вокзалі Харків-Пасажирський за варіантом “пасажирський поїзд – міський транспорт” / О.О. Журба // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2010. – Вип. 119. – С. 60-66.

5. Бутько Т.В. Формування мережі логістичних центрів пересадочних комплексів на основі використання розподіленої системи підтримки прийняття рішень з реалізацією колективної самоорганізації / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, О.О. Журба, Н.І. Хведорець // Збірник наукових праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип. 26. – С. 34-39.

Додаткові праці:

6. Удосконалення системи орієнтування залізничних вокзалів на основі моделювання динаміки руху пасажиропотоків /Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, О.О. Журба // 7 міжнародна науково-практична конференція [“Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України”], (смт. Коктебель, 4 червня 2011 р.) / Вісник економіки транспорту і промисловості (збірник науково-практичних статей), Харків. – 2011. – Вип. 34. – С. 75.

7. Формування структури пересадочних залізничних комплексів на основі логістичних технологій / Бутько Т.В., Прохорченко А.В., Журба О.О.// Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції [“Преспективні комп’ютерні, управляючі і телекомунікаційні системи для залізничного транспорту України”], (м. Алушта, 2010 р.) / Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010 – №4 – С. 40.

8. Заявка на корисну модель № u 2011 08012 від 13 липня 2011 року. Автоматизована система розподілу пасажирського рухомого складу.

АНОТАЦІЯ

Журба О.О. Організація пасажирських перевезень в умовах залізничних пересадочних комплексів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи; Українська державна академія

залізничного транспорту; Харків, 2011.

Роботу присвячено теоретичному обґрунтуванню процесу організації перевезень пасажирів з урахуванням можливих варіантів пересадки в умовах інтегрованих залізничних пересадочних комплексів з наданням “єдиного квитка”.

З цією метою в дисертації сформовано комплекс багаторівневих взаємопов’язаних математичних моделей, які забезпечують на верхньому рівні взаємодію між пересадочними комплексами на основі методу рою часток; на рівні окремого вокзалу відтворюють рух пасажиропотоку із забезпеченням комфортних умов шляхом використання теорії динаміки натовпу та мультиагентних методів; на третьому рівні формалізується процес взаємодії залізничного транспорту з іншими видами транспорту на основі теорії розкладу. Для реалізації сформованої технології в роботі запропоновано структуру управління на основі системи логістичних центрів з впровадженням розподіленої системи підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: пасажирські перевезення з пересадками, пересадочний комплекс, модель руху пасажирів, взаємодія з іншими видами транспорту, логістичні центри.

АННОТАЦІЯ

Журба О.О. Организация пассажирских перевозок в условиях железнодорожных пересадочных комплексов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 - транспортные системы; Украинская государственная академия железнодорожного транспорта; Харьков, 2011.

Работа посвящена теоретическому обоснованию процесса организации перевозок пассажиров с учетом возможных вариантов пересадки в условиях интегрированных железнодорожных пересадочных комплексов с предоставлением “единого билета”.

С этой целью в диссертации сформирован комплекс многоуровневых взаимосвязанных математических моделей, которые формализуют все звенья в процессе планирования и управления пассажиропотоками на сети пересадочных комплексов.

На верхнем уровне (макроуровне) автоматизированная технология взаимодействия между вокзалами основана на модели планирования пассажирских перевозок с учетом пересадок на основе метода роя частиц, который позволяет учесть взаимодействие между пассажирскими пересадочными комплексами и позволяет исследовать функционирование системы железнодорожных пассажирских перевозок в переходных и стационарных режимах, придать свойство гибкости в процессе разработки плана формирования пассажирских поездов.

На уровне отдельного вокзала процесс организации пассажиропотоков представлен моделью на основе мультиагентных методов, которые в отличие от существующих, комплексно учитывают волновую и корпускулярную природу потоков пассажиров в районе пересадочного комплекса. Волновые характеристики потоков описаны уравнением Эйконела, которое учитывает

геометрию пространства района пересадки, цель пассажиров и направление их движения. Индивидуальное поведение отдельного пассажира в процессе избежания столкновения в потоке формализовано на основе методов нечеткой логики с использованием теории динамики толпы. Адекватность разработанной модели доказана путем сопоставления видеонаблюдения на вокзале с результатами моделирования.

На третьем уровне формализуется процесс взаимодействия железнодорожного транспорта с другими видами транспорта. Для организации работы железнодорожного вокзала как пересадочного комплекса сформирована оптимизационная математическая модель координации разных видов городского транспорта в зоне притяжения вокзала на основе методов теории расписания с использованием эволюционного моделирования. Разработанная модель является основой автоматизированной технологии, обеспечивающей комфортные условия поездки пассажиров с минимальными затратами времени. Для реализации разработанной автоматизированной технологии организации пассажирских перевозок с пересадками предложена двухуровневая структура управления пересадочными комплексами на основе системы логистических центров с внедрением распределенной системы поддержки принятия решений в масштабе всей сети железнодорожных пассажирских перевозок. Проведенные экономические расчеты доказывают целесообразность предложенной процедуры организации пассажирских перевозок с пересадками.

Ключевые слова: пассажирские перевозки с пересадками, пересадочный комплекс, модель движения пассажиров, взаимодействие с другими видами транспорта, логистические центры.

THE SUMMARY

Zhurba O.O. Organization of passenger traffic under the conditions of railway passenger's transfer terminals. - Manuscript.

Thesis for the degree of Ph.D. in the specialty 05.22.01 - transport systems, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkov, 2011.

This work is dedicated to the theoretical argumentation of passenger's transportation process subject to possible variants of transfer in conditions of integrated passenger's transfer facilities with the provision of a "single ticket".

With this aim in the thesis the complex of multistage interrelated mathematical models is formed which provide the top-level interaction between the transfer complexes based on the method of particle swarm, at a particular station they reflect the movement of passengers and provide a comfortable conditions by using the theory of crowd dynamics and multiagent methods, on the third level the interaction of rail transport with other modes of transport based on the theory of decomposition is formalizing. To implement the developed technology the management structure based on logistical centers with the introduction of a distributed decision support systems had been formed.

Key words: passenger transportation with transfers, transfer complex, model of movement of passengers, interaction with other modes of transport, logistics centers.

Журба Олег Олександрович

УДК 656.211.3:656.211.5

ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ
ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕСАДОЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

доц. Лаврухін О.В.

Підписано до друку 12.09.2011 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,9. Обл.-вид.арк. 1,1.

Замовлення № 406 Тираж 100.

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,

61050 , Харків - 50, пл. Фейербаха, 7